

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN UJI TARIK PADA HASIL PENGELASAN SMAW MATERIAL STAINLESS STEEL AISI 304

The Effect of Cooling Media Variation on Hardness and Tensile Test of SMAW Welding Material Stainless Steel AISI 304

Rachmad Adi Pranoto¹, Nely Ana Mufarida², Kosjoko³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : ¹rachmadadipranoto.rap@gmail.com, ²nelyana_munfarida@yahoo.com

ABSTRAK

Teknologi pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam suatu proses manufaktur karena pengelasan memegang peranan penting dalam setiap rekayasa logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap nilai kekuatan uji tarik dan nilai kekerasan Stainless Steel AISI 304. Pada penelitian ini pengelasan yang dilakukan adalah pengelasan SMAW menggunakan elektroda E308-16 Ø 2,6 mm pada material Stainless Steel AISI 304 dengan sambungan pengelasan berbentuk kampuh V tunggal dengan sudut kampuh 70° dan variasi media pendingin yang digunakan adalah coolant mesin bubut, coolant engine dan oli SAE 40. Dari hasil analisa data penelitian nilai kekerasan tertinggi pada logam las terdapat pada hasil pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin coolant engine dengan nilai rata-rata 129,83 HB, dan nilai kekerasan terendah pada logam las terdapat pada hasil pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin oli SAE 40 dengan nilai rata-rata 98,87 HB, dan Dari hasil analisa data penelitian nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada hasil pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin coolant engine dengan nilai rata-rata 991,343 N/mm², dan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada hasil pengelasan SMAW dengan variasi media pendingin oli SAE 40 dengan nilai rata-rata 900,991 N/mm².

Kata kunci: pengelasan SMAW, uji kekerasan *Brinell* logam las, uji kekuatan tarik *Stainless Steel AISI 304*.

ABSTRACT

Welding technology is one part that cannot be separated in a manufacturing process because welding plays an important role in any metal engineering. The purpose of this research is to know the effect of cooling media variation toward Stainless Steel AISI 304. The welding used in this research was SMAW welding using E308-16 Ø 2,6 mm electrode to Stainless Steel AISI 304 material with single V hem welding connection 70° hem angle and the variations of cooling media used are coolant lathes, coolant engines and SAE 40 oil. From the results of data analysis, the highest value of hardness in weld metal is found in the results of SMAW welding with a variety of coolant engine cooling media with an average value of 129,83 HB, and the lowest hardness value in weld metal is found in the results of SMAW welding with variations of SAE 40 oil cooling media with an average value of 98,87 HB, and From the results of research data the highest tensile strength values are found in the results of SMAW welding with variations of coolant engine cooling media with an average value of 991,343 N / mm², and the lowest tensile strength is found in the SMAW welding results with variations in the SAE 40 oil cooling media with an average value of 900.991 N / mm².

Keywords: SMAW welding, Brinell metal weld hardness test, Stainless Steel AISI 304 tensile strength test.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari waktu ke waktu mengalami kemajuan yang sangat pesat sehingga menciptakan era globalisasi yang menuntut setiap individu untuk mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat mengaplikasikan dalam setiap permasalahan yang ada, salah satu contoh perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah teknologi pengelasan. Teknologi pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam suatu proses manufaktur karena pengelasan memegang peranan penting dalam setiap rekayasa dan reparasi logam dalam proses manufaktur. Salah satu metode pengelasan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listrik. Kualitas dari hasil pengelasan sangat dipengaruhi oleh persiapan pelaksanaan dan pengerjaan serta perlakuan pendinginan terhadap logam yang di las. (Sriwidharto, 2003) Sehingga untuk mendapatkan hasil sambungan pengelasan yang baik dan berkualitas maka perlu memperhatikan sifat-sifat bahan yang akan di las maupun penelitian tentang perlakuan pendinginan pada logam yang di las sangat mendukung untuk mendapatkan hasil sambungan las yang berkualitas. Media Pendingin merupakan proses pendinginan terjadi perlakuan panas yang bisa merubah struktur yang mengakibatkan sifat mekanis dan sifat fisis dari logam.

Akibat dari perubahan struktur mikro tersebut sifat mekanis yang meliputi kekuatan, kekerasan. Oleh karena itu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan dan kekuatan uji tarik *Stainless Steel* AISI 304 hasil pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan adalah proses penyambungan dua buah logam atau lebih dengan menggunakan dua buah proses pemanasan setempat, sehingga terjadi ikatan metalurgi antara logam-logam yang di sambung. Proses penyambungan logam banyak dipakai di industri untuk pekerjaan konstruksi, pembuatan mesin, peralatan pabrik, konstruksi perpipaan serta pekerjaan lain yang memerlukan sambungan. Dalam setiap proses pengerjaan pengelasan harus memenuhi standar tertentu yaitu ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) dan API (*American Petroleum Institut*). Dalam hal ini pemilihan proses las, pemilihan logam

pengisi, perencanaan prosedur las, kualifikasi prosedur pengelasan, perancangan prosedur pabrikasi, serta sistem pengendalian mutu harus dilakukan mengikuti peraturan yang berlaku. (Al Jufri, 2008: 32)

Menurut Brian Hermawan dalam (Lakum, 2016), baja tahan karat *Austenite* seperti *Stainless Steel* AISI 304 mempunyai sifat mampu las yang lebih baik di bandingkan dengan kedua jenis baja tahan karat lainnya yaitu *Ferritic* dan *Martensitic*, akan tetapi walaupun demikian pendinginan lambat dari temperatur 680°C ke 480°C akan bisa terbentuk karbida khrom yang mengendap di antara butir. Endapan ini terjadi pada temperatur sekitar 650°C dan dapat menyebabkan penurunan sifat tahan karat dan sifat mekaniknya dengan dasar struktur materialnya *Austenite*.

Menurut Taufiq Rochim (1993: 442) dalam (Lakum, 2016), ada beberapa jenis cairan pendingin anantara lain:

a. Cairan Sintetik (*Synthetic Fluids*)

Cairan yang jernih atau di warnai yang merupakan larutan murni (*true solutions*) atau larutan permukaan aktif (*surface active*). Pada larutan murni unsur yang di larutkan tersebar di antara molekul air dan tegangan permukaannya (*surface tension*) hampir tidak berubah. Larutan murni ini tidak bersifat melumasi dan biasanya di pakai untuk sifat penyerapan panas yang tinggi dan melindungi terhadap korosi. Sementara itu, dengan penambahan unsur lain yang mampu membentuk kumpulan molekul akan mengurangi tegangan permukaan menjadi jenis cairan permukaan aktif sehingga mudah membasahi dan daya lumasnya naik.

b. Cairan Emulsi (*Emulsions Fluids*)

Air yang mengandung partikel minyak 5 µm - 20 µm unsur pengemulsi di tambahkan dalam minyak yang kemudian dilarutkan dalam air. Penambahan jenis minyak jenuh atau unsur lain dapat menaikkan daya lumas.

c. Minyak (*Cutting Oils*)

Minyak yang berasal dari salah satu atau kombinasi dari minyak bumi (*naphthenic, paraffinic*), minyak binatang, minyak ikan atau minyak nabati. Viskositasnya dapat bermacam-macam dari yang encer sampai dengan yang kental tergantung dari pemakaian. Pencampuran antara minyak bumi dengan minyak hewani atau nabati menaikkan daya pembasahan (*wetting action*) sehingga dapat memperbaiki daya lumas. Penambahan unsur lain

seperti sulfur, kalor atau fosfor menaikkan daya lumas pada temperatur dan tekanan tinggi.

Penentuan kekerasan penekanan ada 3 cara yaitu *Brinell*, *Vickers*, dan *Rockwell*. Pada penelitian ini digunakan cara mikro *Brinell* dengan menggunakan penekan berbentuk lingkaran, pada pengujian ini bahan ditekan dengan gaya tertentu dan terjadi cetakan pada benda kerja. Nilai kekerasannya disebut dengan kekerasan HB atau BHN (*Brinell Hardness Number*).

Rumus umum dari pengujian kekerasan *Brinell* adalah sebagai berikut:

$$BHN = \frac{2.P}{(\pi .D).(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

Dimana:

BHN = *Brinell Hardness Number* (HB)

P = Gaya Tekan (N)

D = Diameter Indentor (mm)

d = Diameter Hasil Pengujian (mm)

Uji tarik yang dilakukan pada suatu material logam akan menghasilkan grafik tegangan-regangan yang dapat memberikan data, diantaranya berupa kekuatan luluh dan kekuatan tarik yang merupakan parameter keuletan (*ductility*) dari spesimen yang diuji tarik (Felani, 2016).

Di daerah ini, kurva pertambahan panjang vs beban mengikuti aturan *Hooke* yaitu rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan. Tegangan (*stress*) adalah beban dibagi luas penampang bahan. Regangan (*strain*) adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan. Rumus dari tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah sebagai berikut: Tegangan (*stress*) besarnya gaya persatuan luas penampang yang mengalami gaya.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Dimana: σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya tarik (N)

A = Luas penampang (mm²)

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (ΔL) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100\% \quad (3)$$

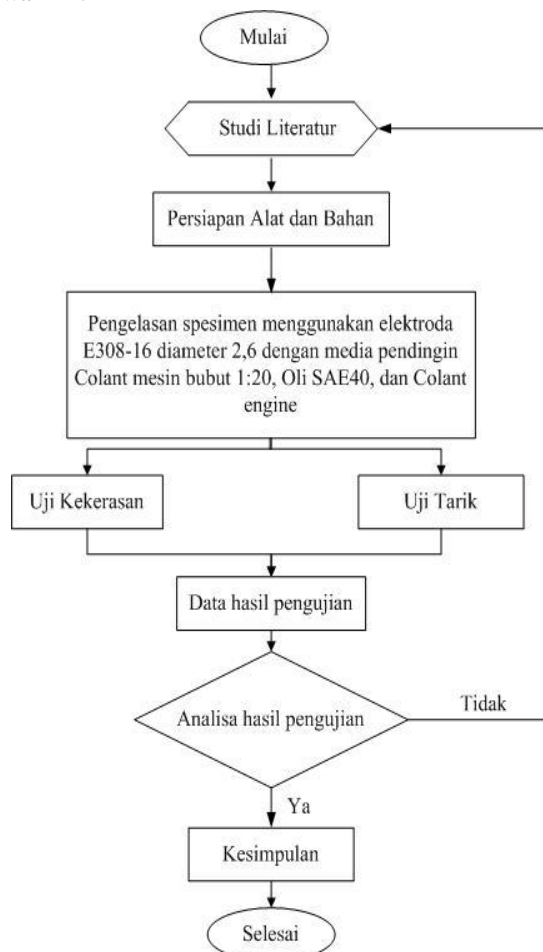
Dimana: ε = Regangan (mm)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L = Panjang awal (mm)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian digambarkan pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Metode Penelitian uji kekerasan, uji tarik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kekerasan

Pada penelitian ini pengujian kekerasan yang dilakukan adalah pengujian kekerasan *Brinell* dengan indentor berbentuk lingkaran, diameter 1 mm, dan gaya tekan 613 N. Perhitungan nilai kekerasan *Brinell* menggunakan rumus umum adalah sebagai berikut:

$$BHN = \frac{2 . P}{(\pi . D) . (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$BHN = \frac{2 . 613}{(3.14 . 1) (1 - \sqrt{1^2 - 2,35^2})}$$

$$BHN = \frac{1226}{(3.14) (1 - \sqrt{1-5,52})}$$

$$BHN = \frac{1226}{(3.14) (1 + \sqrt{4,52})}$$

$$BHN = \frac{1226}{(3.14) (1 + 2.13)}$$

$$BHN = \frac{1226}{(3.14) (3.13)}$$

$$BHN = \frac{1226}{9,83}$$

BHN = 126,72 HB

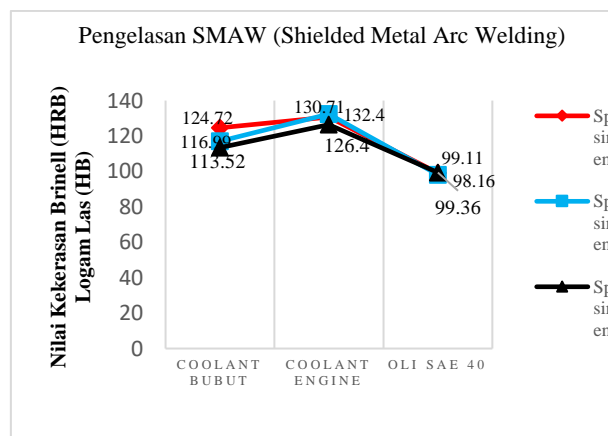
Hasil perhitungan diatas merupakan hasil perhitungan nilai kekerasan pada logam las hasil pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan variasi media pendingin Coolant Mesin Bubut 1:20, hasil perhitungan nilai kekerasan secara lengkap dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil uji kekerasan

Variasi media pendingin	Nilai Kekerasan Pada logam las (HB)			
	Arus 110 Ampere			
	Eksp.1	Eksp.2	Eksp.3	Rata"
Coolant bubut	124,72	116,99	113,52	118,41
Coolant engine	130,71	132,40	126,40	129,83
Oli SAE 40	99,11	98,16	99,36	98,87

Hasil pengujian kekerasan pada masing-masing spesimen memiliki nilai yang berbeda, hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari masing-masing variasi media pendingin yaitu Coolant Mesin Bubut 1:20, Coolant Engine, dan Oli SAE 40.

Pada penelitian ini data hasil pengujian kekerasan di analisa menggunakan *microsoft excel* untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variasi media pendingin yaitu Coolant Mesin Bubut 1:20, Coolant Engine, dan Oli SAE 40, dimana data hasil pengujian kekerasan disajikan kedalam bentuk grafik, seperti dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Nilai kekerasan

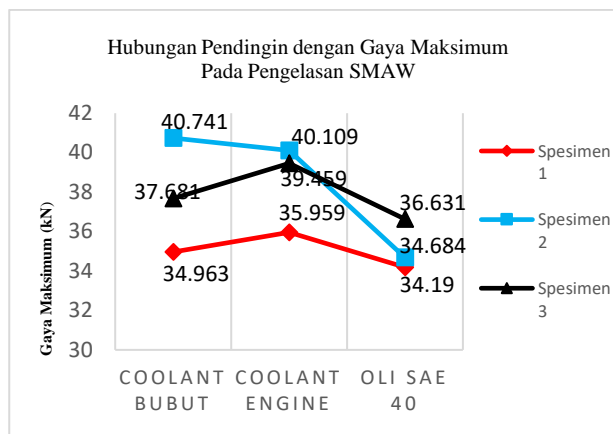
Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik dan regangan pada material *Stainless Steel* AISI 304 sebagai spesimen dalam penelitian ini. Berikut ini adalah hasil uji tarik pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan variasi media pendingin yaitu variasi Coolant Mesin Bubut 1:20, Coolant Engine, dan Oli SAE 40 :

Tabel 2. Data Hasil pengujian tarik

Jenis pengelasan SMAW						
Metode pendingin	X	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Luas Penampang (mm)	Gaya maksimum (mm)
Coolant bubut	1	200	15	6	90	34,963
Coolant bubut	2	200	15	6	90	37,681
Coolant bubut	3	200	15	6	90	40,741
Rata-rata						37,795
Coolant engine	1	200	15	6	90	40,109
Coolant engine	2	200	15	6	90	35,959
Coolant engine	3	200	15	6	90	39,459
Rata-rata						38,509
Oli SAE 40	1	200	15	6	90	34,190
Oli SAE 40	2	200	15	6	90	34,684
Oli SAE 40	3	200	15	6	90	36,631
Rata-rata						35,168

Tabel 2. menunjukkan hasil pengujian tarik pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan variasi media pendingin yaitu variasi coolant mesin bubut 1:20, coolant engine, dan oli SAE 40. Nilai Gaya maksimum pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa coolant mesin bubut 1:20, (spesimen 1) adalah 34,963 kN, (spesimen 2) adalah 40,741 kN, (spesimen 3) adalah 37,681 kN, dengan nilai rata-rata 37,795 kN. Nilai Gaya maksimum pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa Coolant Engine, (spesimen 1) adalah 35,959 kN, (spesimen 2) adalah 40,109 kN, (spesimen 3) adalah 39,459 kN, dengan nilai rata-rata 38,509 kN. Nilai Gaya maksimum pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa oli sae 40 , (spesimen 1) adalah 34,190 kN, (spesimen 2) adalah 34,684 kN, (spesimen 3) adalah 36,631 kN, dengan nilai rata-rata 35,168 kN. Dari tabel 4.2 dapat dibuat dalam bentuk grafik seperti dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan Pendingin dengan Gaya Maksimum Pada Pengelasan SMAW

Perhitungan tegangan tarik dengan menggunakan rumus umum adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{34,963 \text{ kN}}{90}$$

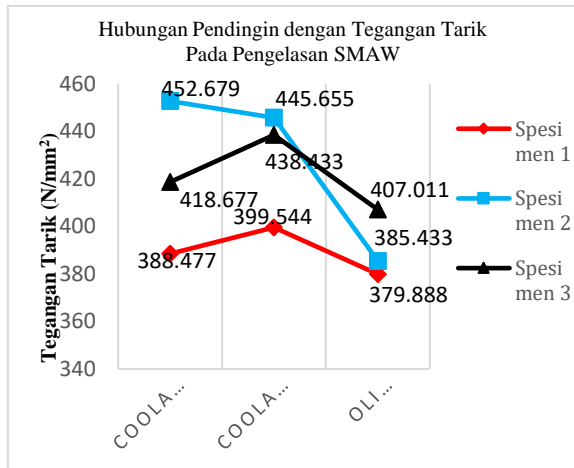
$$\sigma = 388,477 \text{ N/mm}^2$$

Hasil perhitungan diatas merupakan hasil perhitungan tegangan tarik pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan variasi media pendingin Coolant Mesin Bubut 1:20, hasil perhitungan tegangan tarik secara lengkap terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil pengujian tarik

Jenis pengelasan SMAW					
Metode pendingin	E k s p	Luas Penampang (mm)	Gaya maksimum (mm)	Gaya Maksimum (N)	Tegangan Tarik (N/mm ²)
Coolant bubut	1	90	34,963	34.963	388,477
Coolant bubut	2	90	37,681	40.741	452,679
Coolant bubut	3	90	40,741	37.681	418,677
Rata-rata					980,711
Coolant engine	1	90	40,109	35.959	399,544
Coolant engine	2	90	35,959	40.109	445,655
Coolant engine	3	90	39,459	39.459	438,433
Rata-rata					991,343
Oli SAE 40	1	90	34,190	34.190	379,888
Oli SAE 40	2	90	34,684	34.684	385,433
Oli SAE 40	3	90	36,631	36.631	407,011
Rata-rata					900,991

Tabel 3. menunjukkan nilai tegangan tarik pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan variasi media pendingin yaitu variasi coolant mesin bubut 1:20, coolant engine, dan oli SAE 40. Nilai tegangan tarik pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa coolant mesin bubut 1:20, (spesimen 1) adalah 388,477 N/mm², (spesimen 2) adalah 418,677 N/mm², (spesimen 3) adalah 452,679 N/mm², dengan nilai rata-rata 980,711 N/mm². Nilai tegangan tarik pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa Coolant Engine, (spesimen 1) adalah 399,544 N/mm², (spesimen 2) adalah 445,655 N/mm², (spesimen 3) adalah 438,433 N/mm², dengan nilai rata-rata 991,343 N/mm². Nilai tegangan tarik pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa oli sae 40, (spesimen 1) adalah 379,888 N/mm², (spesimen 2) adalah 385,433 N/mm², (spesimen 3) adalah 407,011 N/mm², dengan nilai rata-rata 900,991 N/mm². Dari tabel 4.3 dapat dibuat dalam bentuk grafik seperti dibawah ini:



Gambar 4. Grafik Hubungan Pendingin dengan tegangan Tarik Pada Pengelasan SMAW

Perhitungan regangan dengan menggunakan rumus umum adalah sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{208-200}{200} \times 100\%$$

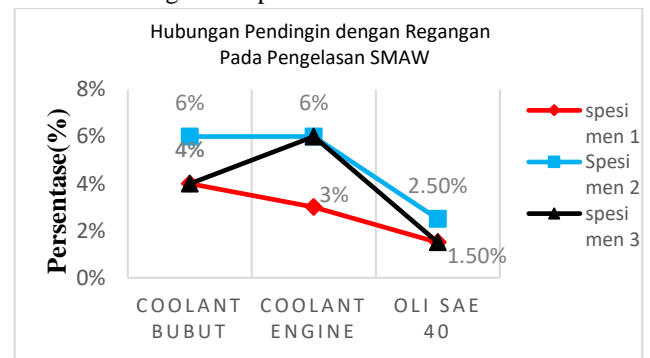
$$\varepsilon = 4\%$$

Hasil perhitungan diatas merupakan hasil perhitungan regangan pada pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan variasi media pendingin Coolant Mesin Bubut 1:20, hasil perhitungan regangan secara lengkap terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Data Hasil pengujian tarik

Jenis Pengelasan SMAW			
Metode Pendingin	Eksp.	Deformasi (mm)	Regangan (%)
Coolant Bubut	1	8	4%
Coolant Bubut	2	12	6%
Coolant Bubut	3	8	4%
Rata-Rata			4,66%
Coolant Engine	1	6	3%
Coolant Engine	2	12	6%
Coolant Engine	3	12	6%
Rata-Rata			5%
Oli SAE 40	1	3	1,5%
Oli SAE 40	2	5	2,5%
Oli SAE 40	3	3	1,5%
Rata-Rata			1,83%

Tabel 4. menunjukkan nilai regangan pada pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan variasi media pendingin yaitu variasi coolant mesin bubut 1:20, coolant engine, dan oli SAE 40. Nilai regangan pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa coolant mesin bubut 1:20, (spesimen 1) adalah 4%, (spesimen 2) adalah 6%, (spesimen 3) adalah 4%, dengan nilai rata-rata 4,66%. Nilai regangan pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa Coolant Engine, (spesimen 1) adalah 3%, (spesimen 2) adalah 6%, (spesimen 3) adalah 6%, dengan nilai rata-rata 5%. Nilai regangan pada pengelasan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin berupa oli sae 40 , (spesimen 1) adalah 1,5%, (spesimen 2) adalah 2,5%, (spesimen 3) adalah 1,5%, dengan nilai rata-rata 1,83%. Dari tabel 4.4 dapat dibuat dalam bentuk grafik seperti dibawah ini:



Gambar 5. Grafik Hubungan Pendingin dengan Regangan Pada Pengelasan SMAW

Hasil ini membuktikan bahwa pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 menggunakan las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin coolant engine memiliki kekuatan tarik dan pertambahan panjang tertinggi dari pada media pendingin lainnya dengan nilai rata - rata 991,343 N/mm². Untuk pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 menggunakan las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin coolant mesin bubut 1:20 memiliki kekuatan tarik dan pertambahan panjang kedua setelah media pendingin coolant engine dengan nilai rata-rata 980,711 N/mm². Dan untuk pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 menggunakan las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan media pendingin oli SAE 40 memiliki kekuatan tarik dan pertambahan panjang terendah dengan nilai rata-rata 900,991 N/mm². Nilai itu kekuatan tarik dari *Stainless Steel* AISI 304 yang menggunakan pendingin coolant engine bisa tinggi, hal ini disebabkan karena coolant engine

dapat menyerap panas dengan baik dari pada variasi media pendingin lainnya dan pada hasil pengelasan dengan variasi media pendingin oli SAE 40 tidak mampu menyerap panas dengan baik, sehingga dapat mengakibatkan hasil pengelasan dengan variasi media pendingin oli SAE 40 memiliki nilai kekuatan tarik dan pertambahan panjang terendah.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data penelitian, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Nilai kekerasan tertinggi pada daerah pengelasan logam las terdapat pada hasil pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 dengan variasi media pendingin *coolant engine* menghasilkan nilai rata – rata sebesar (129,83 HB), sedangkan nilai kekerasan terendah pada daerah pengelasan logam las terdapat pada hasil pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 dengan variasi media pendingin oli SAE 40 menghasilkan nilai rata – rata sebesar (98,87 HB).
 - (2) Nilai kekuatan yang terdapat pada pengujian tarik dari hasil pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 dengan variasi media pendingin *coolant engine* memiliki kekuatan tarik dan pertambahan panjang tertinggi dari pada media pendingin lainnya dengan nilai rata - rata ($991,343 \text{ N/mm}^2$)· sedangkan nilai kekuatan yang terdapat pada pengujian tarik dari hasil pengelasan *Stainless Steel* AISI 304 dengan variasi media pendingin oli SAE 40 memiliki kekuatan tarik paling rendah yaitu dengan nilai rata-rata ($900,991 \text{ N/mm}^2$).
 - (3) Dapat disimpulkan bahwa *Coolant Engine* mampu menyerap panas dari pada variasi media pendingin lainnya dan pada hasil pengelasan dengan variasi media pendingin Oli SAE 40 tidak mampu menyerap panas dengan baik, oli SAE 40 akan membuat lapisan karbida krom menjadi larut dalam panas, lapisan karbida krom ini merupakan lapisan yang membentuk sifat keras pada *Stainless Steel* AISI 304.
- (2) Bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian dengan permasalahan yang sama, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambah variabel-variabel penelitian yang lain seperti arus pengelasan, kampuh pengelasan, bahan pengelasan dll.
 - (3) Untuk penelitian selanjutnya dilakukan dengan pengujian struktur mikro agar dapat memperkuat analisis dari hasil kekerasan dan uji tarik, (4) Diharapkan alat uji tarik yang ada di Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember dapat dikembangkan keberadaannya, sehingga akan lebih mendukung mahasiswa yang berminat melakukan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljufri. 2008. *Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal Dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Dan Aluminium – Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG*. Tesis. Universitas Sumatra Utara.
- ASTME8-04, 2004. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Material*. ASTM International. (Hal: 37)
- Felani, F. N. (2016). *Uji Perbandingan Kekuatan Tarik Pengelasan Stainless Steel Aisi 304 Menggunakan Las Tig (Tungsten Inert Gas) Dan Las Mig (Metal Inert Gas) Dengan Variasi Media Pendingin*. Skripsi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember, 30.
- Hernawan, Dedi. 2015. *Pengaruh Variasi Suhu Proses Anealing Pada Sambungan SMAW Terhadap Ketangguhan Las Baja K945 EMS45*. Skripsi Teknik Mesin. Universitas Negeri Semarang.
- Lakum, Y. (2016,12 28). PERPUSTAKAAN DIGITAL UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER. Diambil kembali dari <http://digilib.unmuhjember.ac.id:http://digilib.unmuhjember.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=umj-1x-yuslihlaku-4342&q=pengelasan>.
- Santoso, Joko. 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018*. Skripsi Teknik Mesin. Universitas Negeri Malang.
- Sriwidharto. (2003). *Petunjuk kerja las*. jakarta: Pradnya Paramita.

Saran

Berdasarkan hasil analisa data penelitian, maka dapat disampaikan beberapa saran sebagai:

- (1) Hasil analisa data penelitian diharapkan menjadi bahan bahan refrensi bagi dunia industri pengelasan.

Wirjosumarto, Harsono Dan Okumura, Toshie. 2000.
Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta. Pradnya
Paramita.